

O desafio da oportunidade no mercado de carbono

Sabrina Holanda Oliveira
Artur Moises Gonçalves Lourenço

Introdução

As mudanças climáticas são um dos principais desafios do século XXI. O aumento das temperaturas, a maior frequência de eventos extremos, como secas e enchentes, e seus impactos sobre a biodiversidade, a segurança alimentar e a qualidade de vida das populações colocam o tema no centro da agenda política mundial. Esse fenômeno é resultado do acúmulo de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, intensificado por atividades antrópicas, como a queima de combustíveis fósseis e o desmatamento. Por existirem diversos tipos de GEE, entre eles o óxido nitroso (N_2O) e o metano (CH_4), convencionou-se converter todas as emissões e remoções para uma métrica padrão, o dióxido de carbono equivalente (CO_2eq). Essa padronização permite comparar emissões e remoções entre gases e países e estabelecer metas.

Nesse contexto, e diante da urgência climática, diversos países e instituições internacionais têm buscado mecanismos capazes de reduzir emissões e estimular a compensação do que não pode ser evitado. O Protocolo de Kyoto (1997) foi pioneiro ao introduzir os primeiros sistemas de compensação por meio do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Anos depois, o Acordo de Paris (2015) reforçou a meta de limitar o aquecimento e consolidou a precificação do carbono como incentivo econômico à redução das emissões.

Esses acordos abriram caminho para a criação do mercado de carbono, que precifica emissões e, em certos casos, permite o uso de créditos para complementar metas. Em linhas gerais, esse mercado funciona através de instrumentos que possibilitam que setores ou países que não conseguem reduzir as suas emissões comprem créditos de iniciativas que removem ou evitam emissões, como projetos de reflorestamento, conservação de vegetação nativa e agricultura de baixo carbono; em outros setores, incluem-se eficiência energética e energias renováveis.

Tradicionalmente, o modelo de desenvolvimento utilizado no Brasil está atrelado à supressão da vegetação, que atribui valor ao uso da terra apenas após o desmatamento, seja para agricultura ou para a pecuária, de subsistência ou de extensão. O mercado de carbono, por outro lado, cria a oportunidade de gerar valor ao manter a vegetação nativa em pé, mas também ao

promover a restauração em biomas já degradados, abrindo espaço para a possibilidade de gerar valor econômico justamente por sua conservação e restauração.

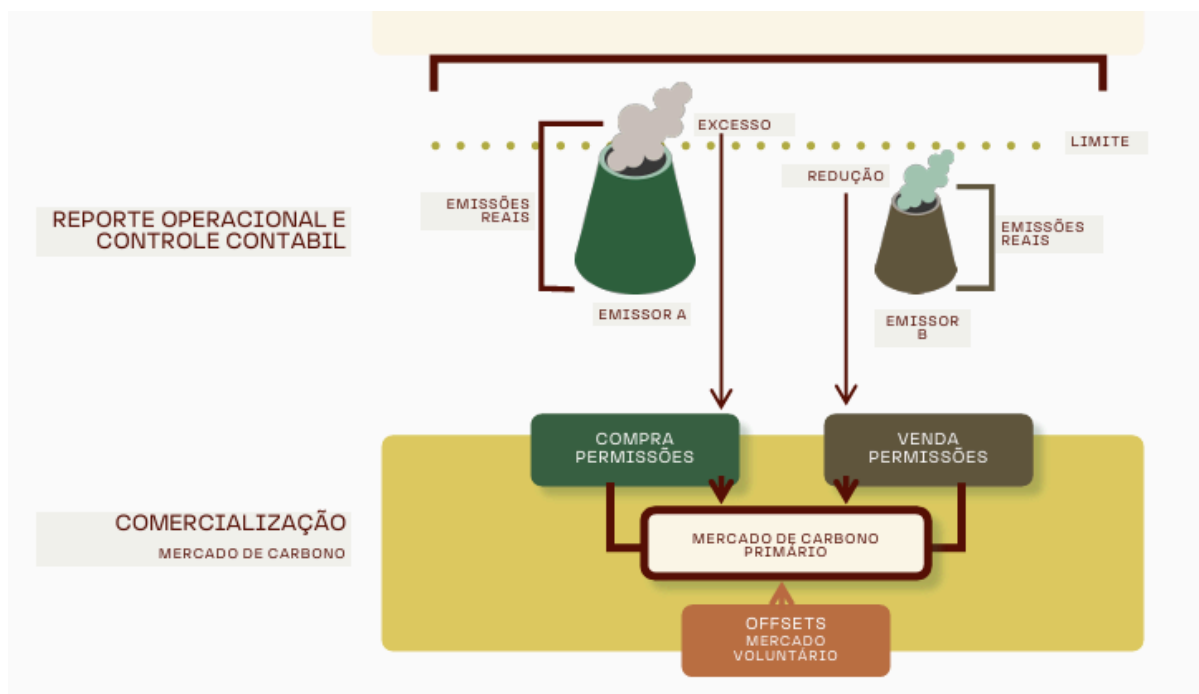
Neste dossiê, discutimos como esse instrumento pode, dependendo da forma que for implementado, não apenas contribuir para a mitigação das mudanças climáticas, mas também servir como uma estratégia para a valorização da Caatinga e para o enfrentamento da degradação da terra e da desertificação.

O mercado de carbono

O mercado de carbono consiste em um mecanismo financeiro criado para dar um preço às emissões de GEE. Sua comercialização pode ser realizada entre empresas, países e organizações que buscam cumprir metas ambientais e climáticas, seja por obrigação legal (mercado regulado) ou por iniciativa própria (mercado voluntário).

O mercado regulado é estabelecido por leis e políticas governamentais, em âmbito nacional ou internacional. Nele, o principal ativo negociado é uma permissão para emitir GEE em setores específicos da economia. Em países industrializados, isso costuma envolver os setores de energia, de transporte e de indústria. As empresas que conseguem poluir menos do que o seu limite podem vender suas permissões excedentes, enquanto aquelas que ultrapassam a cota são obrigadas a comprar permissões no mercado para não sofrerem penalidades (Figura 1). O Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia (EU-ETS) foi o primeiro a adotar esse modelo, servindo de referência para outras iniciativas globais.

Figura 1 - Dinâmica do mercado regulado.



Fonte: BRASIL (2025)¹.

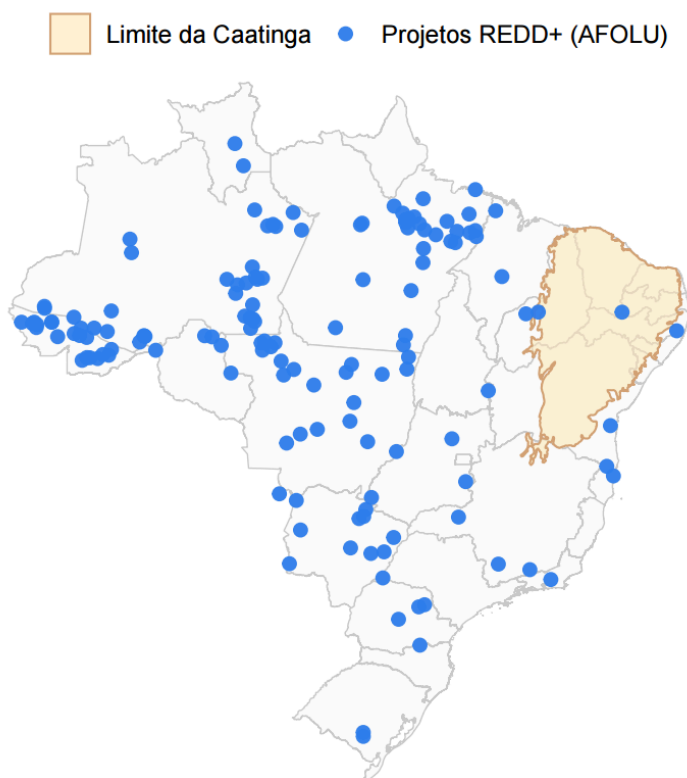
A segunda categoria é o mercado voluntário, que funciona por iniciativa própria de empresas, organizações e até indivíduos. A motivação pode variar entre o cumprimento de metas corporativas de sustentabilidade (ESG), a busca por uma imagem positiva da marca, a pressão de investidores e consumidores ou ainda o compromisso ético com a agenda climática. Diferentemente do mercado regulado, onde se negocia uma permissão para emitir dentro de um teto, no mercado voluntário o ativo negociado é um crédito, equivalente a uma tonelada de CO₂ que foi evitada ou removida da atmosfera por projetos específicos, como iniciativas no setor de Agricultura, Florestas e Uso do Solo (AFOLU) — reflorestamento, conservação e práticas de manejo adaptativas. Para garantir a legitimidade, esses projetos passam por um processo de validação e certificação de padrões internacionais, como o Verified Carbon Standard (VCS) e o Gold Standard, que asseguram que as reduções de emissões são reais e mensuráveis.

No Brasil, o mercado de carbono tem operado de forma voluntária, majoritariamente no setor de AFOLU. A oferta de projetos concentra-se nos biomas Amazônia e Cerrado e, no caso

¹ BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). **Mercados de carbono**. Apresentação realizada pelo MAPA em 22 mai 2024. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-tematicas/agrocarbono-sustentavel/biomas_mercados-de-carbono.pdf&sa=D&source=docs&ust=1756214847735595&usg=AOvVaw2V4eKNOIA1yiwwdYBJVX-1. Acesso em: 30 ago. 2025..

da Amazônia, dados recentes apresentam que esses projetos concentram maior volume de créditos emitidos via REDD+ (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal). No bioma Caatinga há apenas um registro de projeto no setor, em uma área privada, na principal plataforma de registro de projetos no carbono certificados (Verra/VCS), como pode ser visto na Figura 2.

Figura 2 - Projetos de carbono florestal no mercado voluntário brasileiro.



Fonte dos dados: Idesam.org/Verra Registry

Fonte: IDESAM (2025)²

Paralelamente, o país avança ao instituir dois marcos legais recentes que se propõem a dar robustez à governança climática: a Lei nº 14.119/2021 — que criou a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA) e valoriza serviços ecossistêmicos por meio da remuneração de serviços ambientais — e a Lei nº 15.042/2024, que estabelece o Sistema

² Idesam - Instituto de Conservação e Desenvolvimento Sustentável da Amazônia. **Mapeamento de projetos de carbono florestal no Brasil**. Manaus: Idesam, 2025. Disponível em: <https://idesam.org/paineis-interativos/painel-projetos-carbono-florestal/>. Acesso em: 31 ago. 2025.

Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE) e inaugura o mercado regulado de carbono, atualmente em fase de implementação. Assim, está em andamento no Brasil um cenário em que avança o arcabouço legal e os arranjos entre instituições, que pode viabilizar o mercado regulado, integrar o voluntário com regras claras e destravar investimentos em conservação e restauração, inclusive na Caatinga.

Importância da Caatinga no sequestro de carbono

A Caatinga, único bioma exclusivamente brasileiro, ocupa cerca de 10% do território nacional, abrangendo grande parte do Nordeste e do norte de Minas Gerais. Historicamente marginalizada e frequentemente associada a uma imagem de pobreza e seca, a Caatinga é, na verdade, um bioma com grande biodiversidade, abrangendo mais de 300 espécies endêmicas de plantas. Sua vegetação varia de arbustos e cactáceas a árvores com até 12 metros de altura, apresentando adaptações para o período de seca, como a perda de folhas e a capacidade de armazenamento de água.

Por sua resiliência e capacidade de renovação, a Caatinga tem sido cada vez mais estudada pela sua aptidão em sequestrar carbono. Entre os biomas brasileiros, destaca-se por apresentar a maior eficiência de uso do carbono (CUE), ou seja, pela quantidade de carbono que a vegetação capta por fotossíntese e que permanece no ecossistema após as perdas por respiração. Para exemplificar, se a vegetação fixa 100 unidades de carbono e consegue reter 40, a CUE é 0,40. Na Caatinga, esse valor pode chegar a 0,60 em alguns locais e anos favoráveis³, colocando o bioma entre os ecossistemas mais eficientes.

Pesquisas indicam que a Caatinga pode remover da atmosfera aproximadamente 1,5 a 5 t CO₂ por hectare por ano³, variando conforme densidade, fisionomia e regime de chuvas. Em áreas mais densas, os estoques totais de carbono na vegetação e no solo podem alcançar cerca de 100 a 125 t de C por hectare, com a maior parcela retida no solo. Estimativas recentes ainda sugerem que a Caatinga tem participação relevante na absorção anual de CO₂ no Brasil⁴, reforçando sua importância tanto para a mitigação das mudanças climáticas quanto para a

³ MENDES, K. R. *et al.* The caatinga dry tropical forest: A highly efficient carbon sink in South America. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 369, p. [n.p.], 2025

⁴ DA COSTA, L. M. *et al.* A comparative analysis of GHG inventories and ecosystems carbon absorption in Brazil. **Science of The Total Environment**, v. 958, p. [n.p.], 2025

estruturação de projetos de mercado de carbono, capazes de gerar valor econômico ao conservar e recuperar esse bioma.

Ao atribuir um valor financeiro às ações que removem ou evitam emissões de GEE, esse mecanismo possibilita que comunidades, agricultores familiares e proprietários de terra sejam remunerados tanto por manter a vegetação em pé (redução de emissões) — em vez de receberem retorno apenas após a supressão da cobertura vegetal para agricultura ou pecuária — quanto por desenvolver ações de reflorestamento, restauração ecológica e enriquecimento florestal (remoção), ou seja, capturam CO₂ adicional da atmosfera.

No entanto, aproveitar esse potencial de forma socialmente justa é um desafio complexo, como abordaremos a seguir.

Oportunidades e ameaças do mercado de carbono

Talvez o mercado de carbono não seja algo no qual a Caatinga ‘deve entrar’, mas sim um processo que já está chegando ao bioma, algo quase iminente. Se for para o bioma se integrar a esse mercado e usufruir dele de forma positiva, é preciso entrar com identidade própria, respeitando suas características climáticas, sua sazonalidade, sua diversidade de fisionomias e a história de uso do território. Também não se trata de opor biomas, mas de reconhecer funções complementares: a Caatinga apresenta alta eficiência de uso do carbono e da água, enquanto a Amazônia, por exemplo, concentra grandes estoques de biomassa e carbono do solo. Podemos considerar que o funcionamento do sistema climático brasileiro depende dessa integração, bem como com todos os outros biomas.

O mercado de carbono pode criar valor para quem conserva e restaura, remunerando serviços ecossistêmicos, gerando renda local e apoiando práticas produtivas compatíveis com o Semiárido. Com salvaguardas, transparência e controle social, é possível estruturar projetos de alta qualidade e confiabilidade, com benefícios claros e mensuráveis para os recursos naturais, a biodiversidade e as comunidades locais. Instrumentos como a PNPSA e o SBCE podem ser complementados pela criação do Fundo Caatinga, voltado a pagamentos por resultados e ao pré-financiamento de projetos comunitários em pequenas propriedades. Um mercado mais maduro, com padrões de qualidade definidos, pode corrigir desigualdades históricas e finalmente colocar a Caatinga em pauta.

Por outro lado, se a construção desse mercado for conduzida de forma exclusivamente econômica e excludente, os ganhos tendem a se concentrar em grandes proprietários de terra e corporações, replicando a lógica de outros setores. Custos e complexidade de certificação podem afastar pequenas propriedades e territórios vulneráveis, especialmente aqueles onde a questão fundiária é mais frágil. Talvez seja necessário uma total mudança nos sistemas de certificação e credenciamento para projetos de carbono na Caatinga, uma plataforma própria para o bioma com governança multicêntrica.

Há ainda o risco de transformar o carbono em mera mercadoria, sem considerar dimensões sociais e culturais, como já ocorreu em partes da expansão de eólicas e solares. Nos desafios técnicos, ignorar a fenologia decídua, a variabilidade interanual e os pulsos de chuva leva a linhas de base inadequadas e a medições que podem subvalorizar o bioma. Sem dados consistentes, narrativa honesta e salvaguardas ativas, a Caatinga pode ser empurrada para preços baixos.

Transformar riscos em oportunidades exige condições claras: inclusão efetiva de agricultores familiares, povos e comunidades tradicionais; consulta livre, prévia e informada; repartição justa de benefícios; e mecanismos acessíveis de reclamação. O mercado regulado deve dialogar com o voluntário, mas sem simplesmente copiar modelos de países industrializados, onde energia e indústria são as principais fontes de emissão. No Brasil, a mudança de uso da terra e a agropecuária são as maiores responsáveis pelas emissões e precisam estar no centro das estratégias.

Com esses pilares, a Caatinga pode ofertar projetos de alta qualidade e, finalmente, converter sua eficiência ecológica em valor social e econômico, sem repetir décadas de descaso.

Conclusão

Diante da urgência climática, o mercado de carbono se apresenta como um dos instrumentos mais promissores por alinhar conservação ambiental, mitigação das emissões e geração de valor econômico. Contudo, para que o mercado represente uma verdadeira oportunidade e não apenas mais uma forma de mercantilização, é necessário que sua implementação considere as especificidades socioambientais do Semiárido. Isso inclui enfrentar

desigualdades históricas, garantir inclusão de quem habita essa região, e adotar mecanismos de governança transparentes, justos e acessíveis.

Se construído com salvaguardas, valorização do conhecimento local e respeito às condições ecológicas da Caatinga, o mercado de carbono pode remunerar serviços ambientais, gerar renda, estimular a restauração de áreas degradadas e fortalecer a resiliência climática da região. Assim, a Caatinga deixa de ser apenas um bioma à margem da atenção, transformando sua vegetação resiliente, seus solos férteis e sua biodiversidade única em oportunidades reais de desenvolvimento social e econômico para quem nela vive hoje e para as futuras gerações.

Para saber mais:

ASSOCIAÇÃO CAATINGA. **No clima da Caatinga: histórias de mudança** [documentário].

2024. Disponível em:

<https://www.acaatinga.org.br/associacao-caatinga-lanca-documentario-sobre-desenvolvimento-sustentavel-no-semiarido/>. Acesso em: 19 maio 2026.

BERTÃO, N.; MARINHO, Y. R. **Como entender o mercado de carbono: um guia prático**. 1.

ed. Barueri: Manole, 2025. Disponível em:

<https://www.manole.com.br/como-entender-o-mercado-de-carbono-1a-edicao/p>. Acesso em: 19 maio 2026.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Mercados de carbono do Artigo 6 do Acordo de Paris**. Brasília: Escola Virtual de Governo (EV.G/ENAP), 2026. Curso on-line.

Disponível em: <https://www.escolavirtual.gov.br/curso/1500>. Acesso em: 19 maio 2026.

EMBRAPA SEMIÁRIDO. **Em quase uma década, anualmente Caatinga retirou da atmosfera 5,2 t de carbono por hectare**. Portal Embrapa, 2024. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/88549836/em-quase-uma-decada-anualmente-caatinga-retirou-da-atmosfera-52-t-de-carbono-por-hectare>. Acesso em: 19 maio 2026.

ESCOLA DE ATIVISMO; CENTRO SABIÁ; PARCEIROS. **Caatinga: dos saberes da terra à adaptação climática** [documentário]. 2025. Disponível em:

<https://escoladeativismo.org.br/caatinga-dos-saberes-da-terra-a-adaptacao-climatica-video-mostra-o-que-o-semiarido-brasileiro-pode-ensinar-ao-mundo/>. Acesso em: 19 maio 2026.

INSA MCTI. **Caatinga: o poder sequestrador de carbono no coração do Semiárido** [vídeo]. YouTube, 2024. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=dh_SZPVigCQ. Acesso em: 19 maio 2026.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL; REDE XINGU+. **Carbono: o que você precisa saber** [série de animações]. 2023–2024. Disponível em: <https://www.socioambiental.org/noticias-socioambientais/rede-xingu-lanca-serie-de-animacoes-carbono-o-que-voce-precisa-saber>. Acesso em: 19 maio 2026.

MONGABAY BRASIL. **Caatinga é o bioma mais eficiente do Brasil em captura de carbono**. 29 abr. 2024. Disponível em: <https://brasil.mongabay.com/2024/04/caatinga-e-o-bioma-mais-eficiente-do-brasil-em-captura-de-carbono/>. Acesso em: 19 maio 2026.

Sobre os autores:

Sabrina Holanda Oliveira

Doutoranda no Programa de Pós-Graduação de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
sabrina.holanda@estudante.ufcg.edu.br

Artur Moises Gonçalves Lourenço

Doutorando no Programa de Pós-Graduação de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), professor no Instituto Federal da Paraíba (IFPB)
artur.lourenco@ifpb.edu.br